



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 15 246 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:  
**H 01 P 5/02**  
H 01 P 1/18

⑤

⑳ Aktenzeichen: 199 15 246.2  
㉔ Anmeldetag: 3. 4. 1999  
㉕ Offenlegungstag: 5. 10. 2000

DE 199 15 246 A 1

BEST AVAILABLE COPY

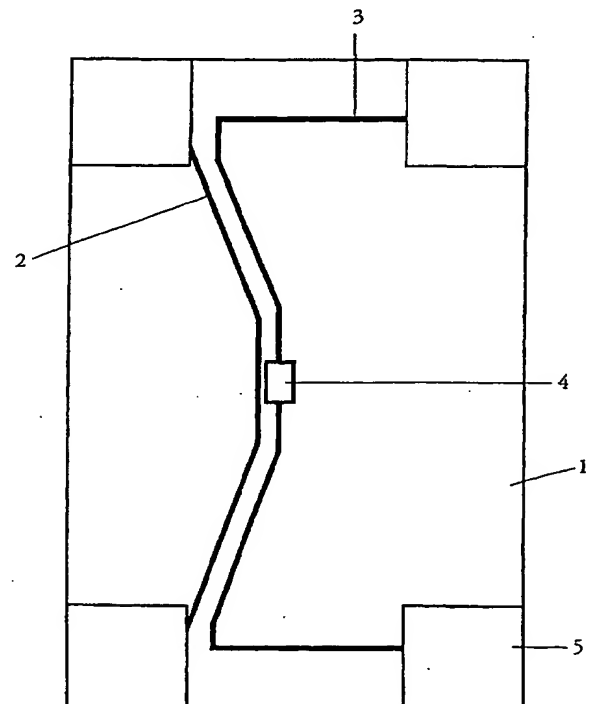
㉑ Anmelder:  
Philips Corporate Intellectual Property GmbH,  
22335 Hamburg, DE

㉒ Erfinder:  
Löbl, Hans-Peter, Dr., 52156 Monschau, DE; Kiewitt,  
Rainer, Dipl.-Ing., 52159 Roetgen, DE; Klee,  
Mareike, Dr., 41836 Hückelhoven, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Dünnschicht-Breitbandkoppler

⑤7 Die Erfindung betrifft einen Dünnschichtkoppler mit einem Trägersubstrat (1) und zwei darüberliegenden Streifenleitungen, von denen eine die Hauptkopplerschleife (2) und eine die Nebenkopplerschleife (3) darstellt. Die Verwendung preiswerter Trägersubstratmaterialien und eine kompakte Bauform werden durch Integration einer Streifenleitung, einer Spule oder einer LC-Kombination in die Nebenkopplerschleife (3) ermöglicht. Die Integration dieser Komponenten (4) bewirkt eine Phasenverschiebung der Frequenz des ausgekoppelten Signals und es wird ein Breitbandkoppler erhalten, der bei mindestens zwei Frequenzen dieselbe Kopplung aufweist.



DE 199 15 246 A 1

Der Erfindung betrifft einen Dünnschichtkoppler mit einem Trägersubstrat und zwei darüberliegenden Streifenleitungen, von denen eine die Hauptkopplerschleife und eine die Nebenkopplerschleife ist.

Koppler stellen unter anderem Hochfrequenzbauteile für Mobiltelefone oder Basisstationen dar, die das Auskoppeln von HF-Signalen zwischen dem Ausgang eines Leistungsverstärkers und einer Antenne ermöglichen. Das ausgekoppelte Signal wird verwendet, um die Ausgangsleistung des Verstärkers zu regeln. Ein solcher Koppler weist beispielsweise zwei Kopplerschleifen auf, von denen eine Schleife die Hauptschleife darstellt und das Sendesignal möglichst verlustfrei übertragen soll. Die zweite Schleife, die sogenannte Nebenschleife, koppelt im Vergleich mit dem Sendesignal ein kleines Signal aus.

Bekannt sind solche Koppler in verschiedenen Ausführungsformen. Zum einen gibt es Koppler in keramischer Vielschichtbauweise. Bei diesen keramischen Kopplern werden die Elektrodenstrukturen auf keramische Folien gedruckt, die Folien werden gestapelt und dann zu Bauelementen gesintert. Der Nachteil bei diesem Druckverfahren ist die grobkörnige Morphologie der Elektroden, was einen höheren elektrischen Widerstand zur Folge hat.

Daneben gibt es Ausführungen in Mikrostreifenausführung. In 1991 IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest, Volume II, 857-860 wird ein Dünnschichtkoppler beschrieben, der zwei Streifenleitungen als Kopplerschleifen aufweist. Aufgebracht sind die beiden Kopplerschleifen auf einem dielektrischen Substrat mit hoher dielektrischer Konstante  $K$ . Auf der Rückseite des keramischen Substrats befindet sich als Erdungsebene noch eine metallische Schicht. Außerdem sind am Bauelement sechs Endkontakte befestigt, von denen jeweils zwei in Kontakt mit einer Kopplerschleife stehen und zwei mit der Erdungsebene verbunden sind. Die Verwendung eines dielektrischen Substrates mit hoher dielektrischer Konstante hat den Vorteil, daß das Bauelement in einer kompakten Baugröße realisiert werden kann. Ein großer Nachteil ist aber, daß diese Substrate deutlich teurer sind als beispielsweise Glas oder  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Realisiert man aber einen kompakten Koppler (Kopplerlänge  $\ll \lambda/4$ ) auf solchen kostengünstigen Substraten, so weisen die Koppler einen Frequenzverlauf des Kopplersignals von ca. 6 dB/Frequenzoktave auf.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde einen preisgünstigen, kompakten Koppler bereitzustellen, der bei mehreren Frequenzen die gleiche Kopplung aufweist.

Die Aufgabe wird gelöst durch einen Dünnschichtkoppler mit einem Trägersubstrat und zwei darüberliegenden Streifenleitungen, von denen eine die Hauptkopplerschleife und eine die Nebenkopplerschleife ist, bei dem in der Nebenkopplerschleife eine Komponente integriert ist, die eine Phasenverschiebung der Frequenz des ausgekoppelten Signals bewirkt.

Üblicherweise zeigen Koppler eine starke Frequenzabhängigkeit der Kopplung. Durch den Einbau einer Komponente in die Nebenkopplerschleife, die eine Phasenverschiebung der Frequenz des ausgekoppelten Signals bewirkt, wird die Bandbreite der Kopplung größer.

In einer bevorzugten Ausführungsform des Dünnschichtkopplers ist in der Nebenkopplerschleife als Komponente, die eine Phasenverschiebung der Frequenz des ausgekoppelten Signals bewirkt, eine Streifenleitung integriert.

Der Einbau einer Streifenleitung in die Nebenkopplerschleife stellt die einfachste Realisierung des Dünnschichtkopplers dar, da die Streifenleitung direkt in die Nebenkopplerschleife integriert werden kann und kein weiterer Prozeß-

schritt bei der Herstellung benötigt wird.

In einer anderen bevorzugten Ausführungsform des Dünnschichtkopplers ist in der Nebenkopplerschleife als Komponente, die eine Phasenverschiebung der Frequenz des ausgekoppelten Signals bewirkt, eine Spule integriert.

Eine Spule kann auf einfache Weise in die Nebenkopplerschleife integriert werden, indem sie auch in Streifenleitungsbauart und somit im selben Prozeßschritt wie der Rest der Nebenkopplerschleife ausgeführt wird. Eine Spule kann aber auch mit Hilfe anderer Dünnschichttechniken dargestellt und anschließend mit der Nebenkopplerschleife elektrisch kontaktiert werden.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des Dünnschichtkopplers ist in der Nebenkopplerschleife als Komponente, die eine Phasenverschiebung der Frequenz des ausgekoppelten Signals bewirkt, eine Spule und ein seriell oder parallel geschalteter Kondensator integriert.

Der Einbau einer LC-Kombination bewirkt eine besonders starke Verbreiterung der Bandbreite des Kopplers.

Es ist bevorzugt, daß als Material für das Trägersubstrat ein keramisches Material, ein keramisches Material mit einer Planarisierungsschicht aus Glas, ein glaskeramisches Material oder ein Glasmaterial verwendet wird. Ein Trägersubstrat aus diesen Materialien ist kostengünstig herzustellen und die Prozeßkosten für diese Komponente können niedrig gehalten werden.

Es ist weiterhin bevorzugt, daß jedes Ende einer Kopplerschleife mit einer Stromzuführung in elektrischem Kontakt steht.

An den Stromzuführungen kann jedes Bauelement mit weiteren Bauelementen eines Schaltkreises elektrisch verbunden werden. Je nach Art der Applikation oder Art der Bauteilmontage kann als Stromzuführung ein galvanischer SMD-Endkontakt oder ein Bump-end-Kontakt oder eine Kontaktfläche eingesetzt werden. Durch die Verwendung von SMD-Endkontakten oder Bump-end-Kontakten können diskrete Bauelemente hergestellt werden.

Es ist außerdem bevorzugt, daß über dem Dünnschichtkoppler wenigstens eine Schutzschicht aus einem anorganischen Material und/oder einem organischen Material aufgebracht ist.

Durch die Schutzschicht wird das Bauelement vor mechanischer Beanspruchung und Korrosion durch Feuchtigkeit geschützt.

Es ist vorteilhaft, daß auf der Unterseite des Trägersubstrats eine metallische Schicht aufgebracht ist.

Diese metallische Schicht dient als Erdungsebene.

In dieser vorteilhaften Ausführungsform des Dünnschichtkopplers ist es bevorzugt, daß die metallische Schicht mit wenigstens einer weiteren Stromzuführung verbunden ist.

Im folgenden soll die Erfindung anhand von sechs Figuren und dreier Ausführungsbeispiele erläutert werden. Dabei zeigt

Fig. 1 einen schematischen Aufbau eines Dünnschichtkopplers, bei dem eine phasenverschiebende Komponente in der Nebenkopplerschleife integriert ist,

Fig. 2 eine Aufsicht auf einen Dünnschichtkoppler, bei dem eine Streifenleitung in der Nebenkopplerschleife integriert ist,

Fig. 3 eine Aufsicht auf einen Dünnschichtkoppler, bei dem eine Spule in der Nebenkopplerschleife integriert ist,

Fig. 4 die Streuparameter als Funktion der Frequenz für einen Dünnschichtkoppler, bei dem eine Streifenleitung in der Nebenkopplerschleife integriert ist,

Fig. 5 die Streuparameter als Funktion der Frequenz für einen Dünnschichtkoppler, bei dem eine Spule in der Nebenkopplerschleife integriert ist und

Fig. 6 die Streuparameter als Funktion der Frequenz für einen Dünnschichtkoppler, bei dem eine Spule und ein parallel geschalteter Kondensator in der Nebenkopplerschleife integriert sind.

Gemäß Fig. 1 weist ein Dünnschichtkoppler ein Trägersubstrat 1 auf, welches beispielsweise ein keramisches Material, ein keramisches Material mit einer Planarisierungsschicht aus Glas, ein glaskeramisches Material oder ein Glasmaterial enthält. Auf dem Trägersubstrat 1 sind eine Hauptkopplerschleife 2 und eine Nebenkopplerschleife 3 aufgebracht. Beide Schleifen können beispielsweise in Streifenleitungsbauart ausgeführt sein und Cu, Al, Ag, Au oder eine Kombination dieser Metalle enthalten. In der Nebenkopplerschleife 3 ist eine, die Frequenz des ausgekoppelten Signals verschiebende, Komponente 4 integriert. Außerdem sind am Dünnschichtkoppler vier Stromzuführungen 5 befestigt, von denen jeweils zwei Stromzuführungen über eine der beiden Kopplerschleife miteinander verbunden sind. Als Stromzuführung 5 kann zum Beispiel ein galvanischer SMD-Endkontakt aus Cr/Cu, Ni/Sn oder Cr/Cu, Cu/Ni/Sn oder Cr/Ni, Pb/Sn oder ein Bump-end-Kontakt oder eine Kontaktfläche eingesetzt werden.

Im einfachsten Fall kann die phasenverschiebende Komponente 4 auch wie die Kopplerschleifen in Streifenleitungsbauart ausgeführt werden und direkt in die Nebenkopplerschleife 3 integriert werden. Die phasenverschiebende Komponente 4 kann beispielsweise auch mittels Dünnschichttechniken hergestellt werden und anschließend mit der Nebenkopplerschleife 3 elektrisch kontaktiert werden.

In Fig. 2 ist die Nebenkopplerschleife 3 derart ausgeführt, daß sie durch ihre Länge eine Phasenverschiebung bewirkt.

In Fig. 3 ist die Nebenkopplerschleife 3 mit Windungen ausgeführt, so daß sie durch ihre Form auch als Spule fungiert und eine Phasenverschiebung bewirkt.

Über dem gesamten Dünnschichtkoppler kann eine Schutzschicht aus einem organischen und/oder anorganischen Material aufgebracht werden. Als organisches Material kann beispielsweise Polybenzocyclobuten oder Polyimid und als anorganisches Material kann zum Beispiel  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{SiO}_2$  oder  $\text{Si}_x\text{O}_y\text{N}_z$  ( $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1$ ) verwendet werden.

Alternativ kann auf der Rückseite des Trägersubstrats 1 eine metallische Schicht, welche beispielsweise Cu enthält, aufgebracht werden. Zusätzlich kann diese metallische Schicht mit wenigstens einer weiteren Stromzuführung verbunden werden.

Im folgenden werden Ausführungsformen der Erfindung erläutert, die beispielhafte Realisierungsmöglichkeiten darstellen.

#### Ausführungsbeispiel 1

Auf einem Trägersubstrat 1 aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mit einer Dicke von 0.43 mm wurden eine Hauptkopplerschleife 2 und eine Nebenkopplerschleife 3 aus Cu mit einer Breite von 115  $\mu\text{m}$  aufgebracht. Der Abstand der Hauptkopplerschleife 2 zur Nebenkopplerschleife 3 beträgt 35  $\mu\text{m}$ . Die Länge der Kopplerstrecke zwischen den beiden Kopplerschleifen ist aufgeteilt in zwei 1.8 mm lange Abschnitte, die durch eine 20.5 mm lange und 115  $\mu\text{m}$  breite Streifenleitung verbunden wurden. Die Streifenleitung stellt die phasenverschiebende Komponente 4 dar. An jedem Ende der beiden Kopplerschleifen ist ein Cr/Cu, Cu/Ni/Sn SMD-Endkontakt als Stromzuführung 5 angebracht. Auf der Unterseite des Trägersubstrats 1 befindet sich eine metallische Schicht aus Cu.

Die Streuparameter als Funktion der Frequenz für diesen Dünnschichtkoppler sind in Fig. 4 dargestellt.

#### Ausführungsbeispiel 2

Auf einem Trägersubstrat 1 aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mit einer Dicke von 0.43 mm wurden eine Hauptkopplerschleife 2 und eine Nebenkopplerschleife 3 aus Cu mit einer Breite von 115  $\mu\text{m}$  aufgebracht. Der Abstand der Hauptkopplerschleife 2 zur Nebenkopplerschleife 3 beträgt 35  $\mu\text{m}$ . Die Länge der Kopplerstrecke zwischen den beiden Kopplerschleifen ist aufgeteilt in zwei 1.45 mm lange Abschnitte, die durch eine Dünnschichtspule mit 5.3 Windungen, bei einem inneren Windungsradius von 50  $\mu\text{m}$ , einem Abstand der Windungen von 20  $\mu\text{m}$  und einer Spulenwindungsbreite von 30  $\mu\text{m}$ , verbunden werden. An jedem Ende der beiden Kopplerschleifen ist ein Cr/Cu, Cu/Ni/Sn SMD-Endkontakt als Stromzuführung 5 angebracht. Auf der Unterseite des Trägersubstrats 1 befindet sich eine metallische Schicht aus Cu.

Die Streuparameter als Funktion der Frequenz für diesen Dünnschichtkoppler sind in Fig. 5 dargestellt.

#### Ausführungsbeispiel 3

Auf einem Trägersubstrat 1 aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mit einer Dicke von 0.43 mm wurden eine Hauptkopplerschleife 2 und eine Nebenkopplerschleife 3 aus Cu mit einer Breite von 115  $\mu\text{m}$  aufgebracht. Der Abstand der Hauptkopplerschleife 2 zur Nebenkopplerschleife 3 beträgt 35  $\mu\text{m}$ . Die Länge der Kopplerstrecke zwischen den beiden Kopplerschleifen ist aufgeteilt in zwei 1.45 mm lange Abschnitte, die durch eine Dünnschichtspule aus Cu mit einer Induktivität von 5.4 nH und einen parallel geschalteten Dünnschichtkondensator mit einer Kapazität von 1 pF verbunden wurden. Der Dünnschichtkondensator enthält eine untere und eine obere Elektrode aus Al und ein Dielektrikum aus  $\text{Si}_x\text{N}_y\text{O}_z$  ( $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1$ ). An jedem Ende der beiden Kopplerschleifen ist ein Cr/Cu, Cu/Ni/Sn SMD-Endkontakt als Stromzuführung 5 angebracht. Auf der Unterseite des Trägersubstrats 1 befindet sich eine metallische Schicht aus Cu.

Die Streuparameter als Funktion der Frequenz für diesen Dünnschichtkoppler sind in Fig. 6 dargestellt.

#### Patentansprüche

1. Dünnschichtkoppler mit einem Trägersubstrat (1) und zwei darüberliegenden Streifenleitungen, von denen eine die Hauptkopplerschleife (2) und eine die Nebenkopplerschleife (3) ist, dadurch gekennzeichnet, daß in der Nebenkopplerschleife (3) eine Komponente (4) integriert ist, die eine Phasenverschiebung der Frequenz des ausgekoppelten Signals bewirkt.
2. Dünnschichtkoppler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Nebenkopplerschleife (3) als Komponente (4), die eine Phasenverschiebung der Frequenz des ausgekoppelten Signals bewirkt, eine Streifenleitung integriert ist.
3. Dünnschichtkoppler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Nebenkopplerschleife (3) als Komponente (4), die eine Phasenverschiebung der Frequenz des ausgekoppelten Signals bewirkt, eine Spule integriert ist.
4. Dünnschichtkoppler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Nebenkopplerschleife (3) als Komponente (4), die eine Phasenverschiebung der Frequenz des ausgekoppelten Signals bewirkt, eine Spule und ein seriell oder parallel geschalteter Kondensator integriert sind.
5. Dünnschichtkoppler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Material für das Trägersubstrat (1) ein keramisches Material, ein keramisches Material

mit einer Planarisierungsschicht aus Glas, ein glaskeramisches Material oder ein Glasmaterial verwendet wird.

6. Dünnschichtkoppler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Ende einer Kopplerschleife mit einer Stromzuführung (5) in elektrischem Kontakt steht. 5

7. Dünnschichtkoppler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß über dem Dünnschichtkoppler wenigstens eine Schutzschicht aus einem anorganischen und/oder einem organischen Material aufgebracht ist. 10

8. Dünnschichtkoppler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Unterseite des Trägersubstrats (1) eine metallische Schicht aufgebracht ist.

9. Dünnschichtkoppler nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die metallische Schicht mit wenigstens einer weiteren Stromzuführung verbunden ist. 15

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65



FIG. 1.

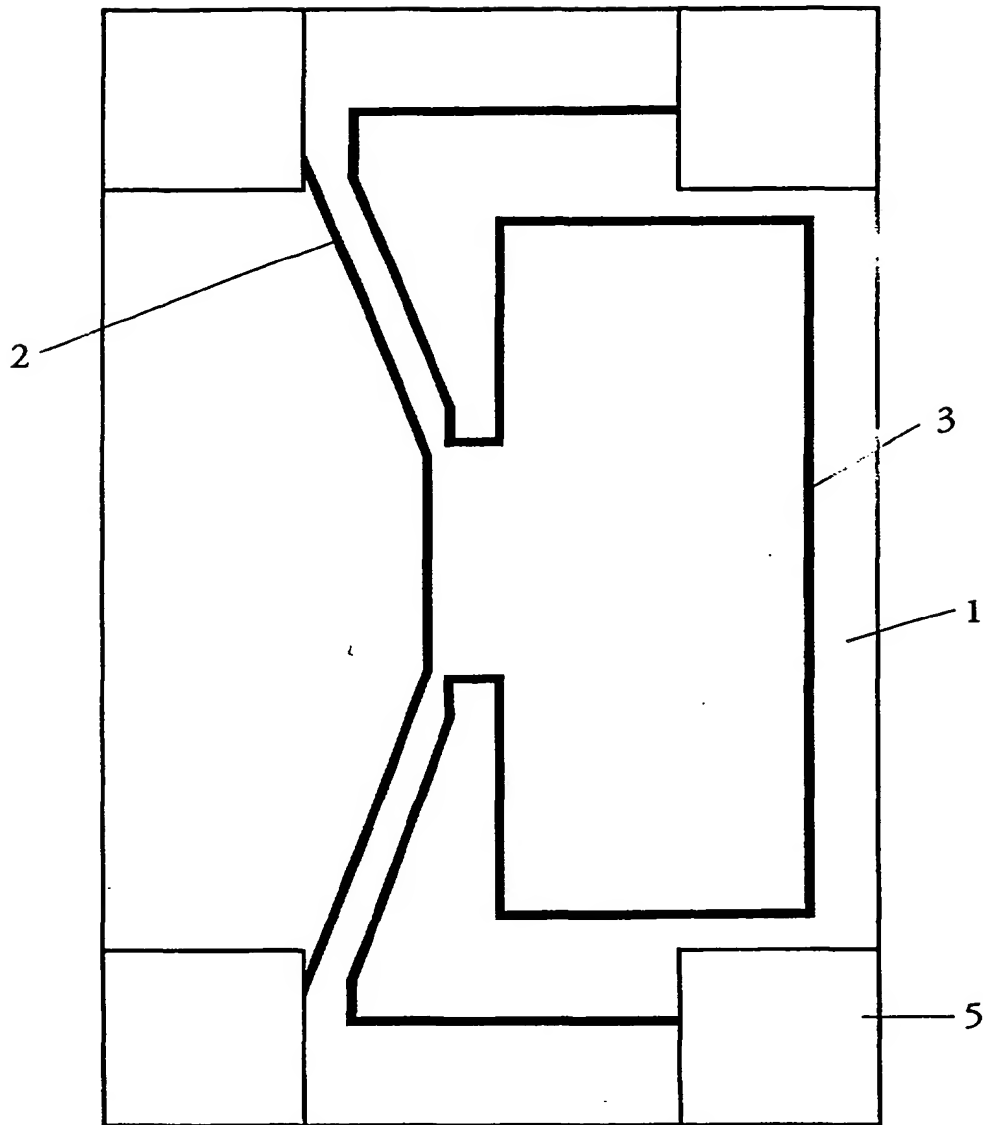


FIG. 2

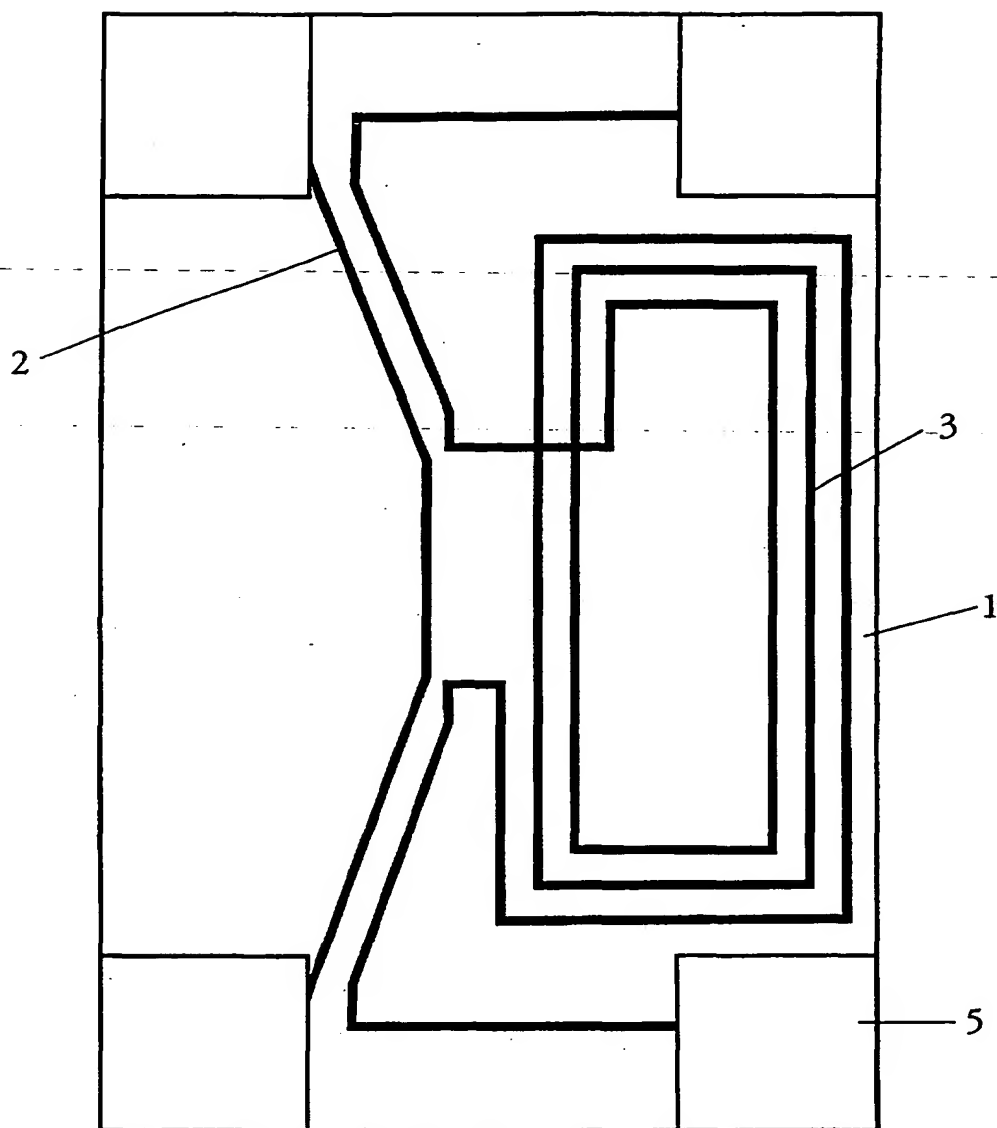


FIG. 3

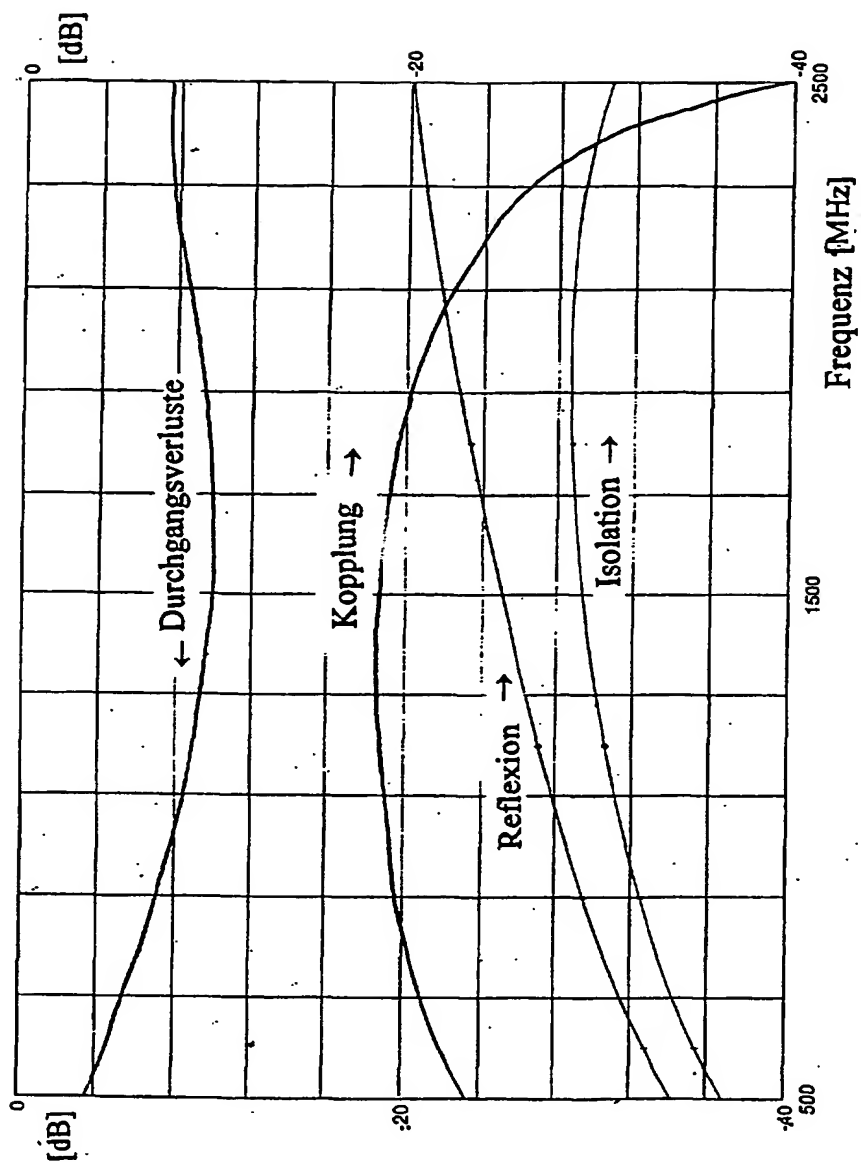


FIG. 4

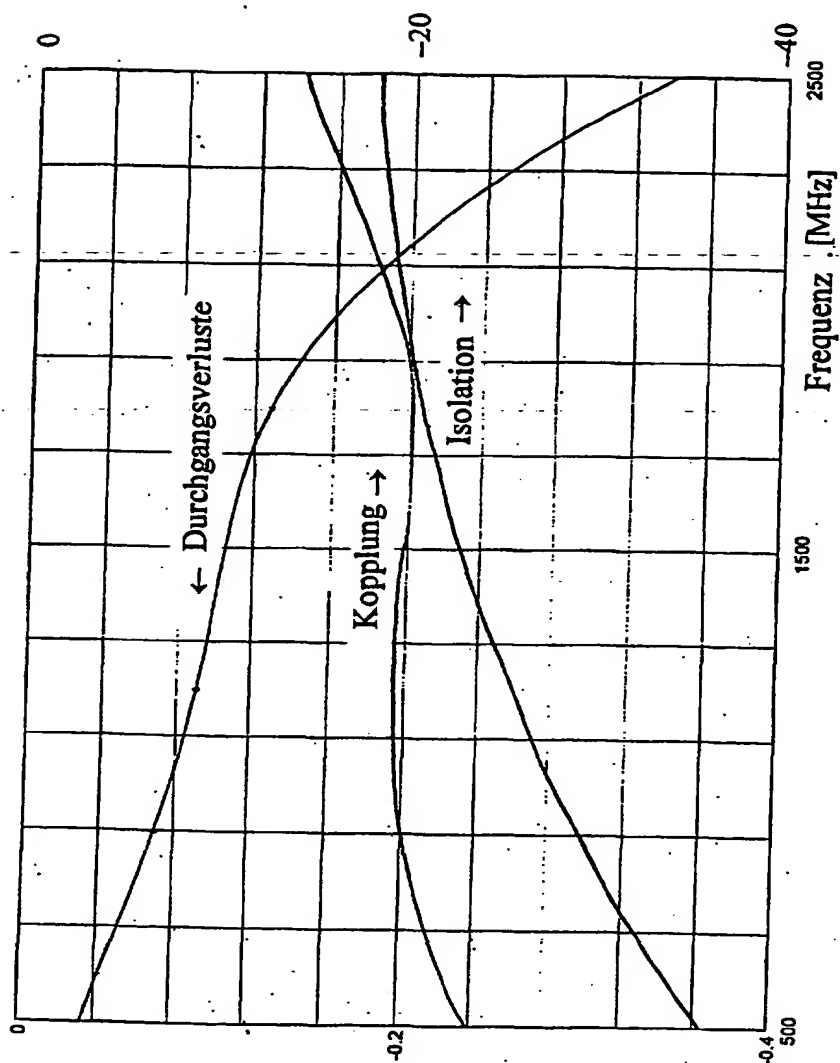


FIG. 5

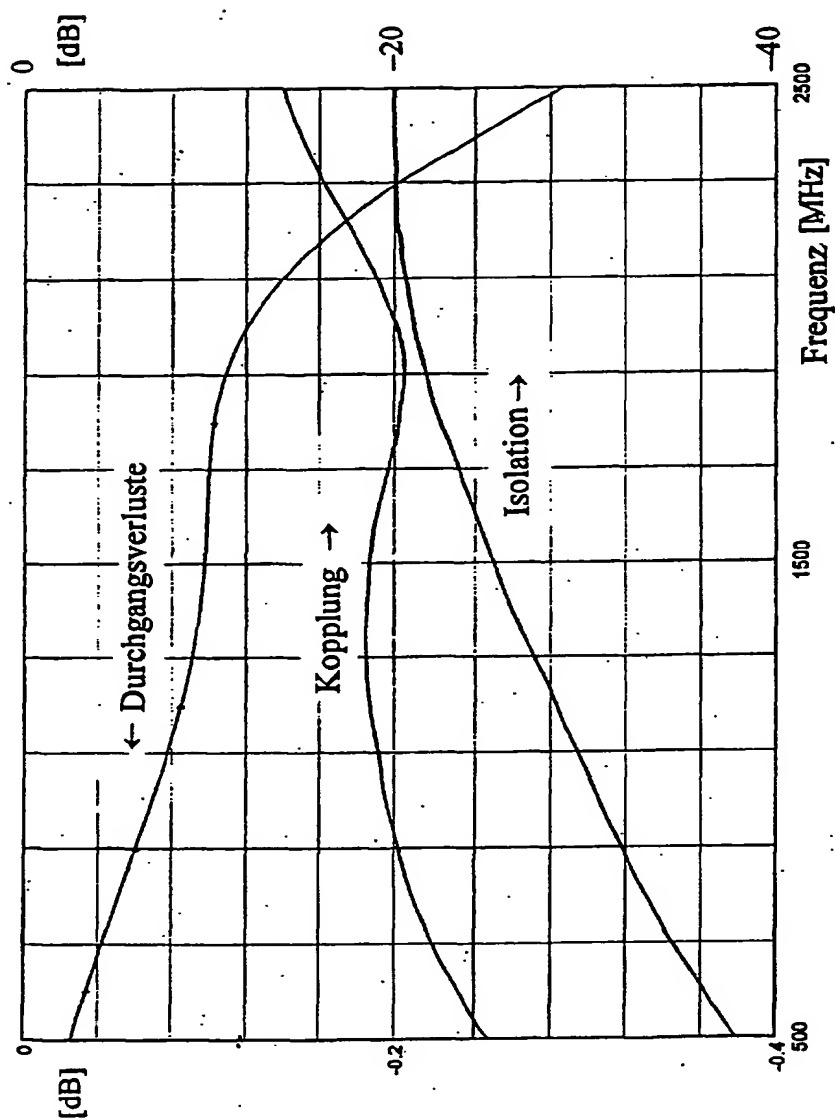


FIG. 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☒ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**This Page Blank (uspto)**